



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 18 736 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 199 18 736.3
㉑ Anmeldetag: 24. 4. 1999
㉒ Offenlegungstag: 2. 11. 2000

㉓ Int. Cl.⁷:
B 64 C 1/18
B 32 B 15/20
H 05 B 1/02
H 05 B 3/20
E 04 C 2/02
B 32 B 3/12

DE 199 18 736 A 1

㉔ Anmelder:
DaimlerChrysler Aerospace Airbus GmbH, 21129
Hamburg, DE

㉕ Erfinder:
Meisiek, Jürgen, 25587 Münsterdorf, DE

㉖ Entgegenhaltungen:
DE 32 22 465 A1
DE-Z: Kunststoffberater 7/8, 1983, S. 39-42;
GB-Z: Flight international, 17. Apr. 1982,
S. 988-989;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉗ Plattenbauteil, insbesondere für eine Fußbodenplatte in einem Flugzeug

㉘ Bei einem Plattenbauteil, insbesondere für eine Fußbodenplatte in einem Flugzeug, wobei das Bauteil im wesentlichen aus mehreren Schichten aufgebraut ist und zumindest einen Wabenkern und mindestens eine untere und mindestens eine obere Deckschicht aufweist, wobei die Deckschichten aus GFK und/oder CFK-Lagen bestehen, besteht die Erfindung darin, daß ein Folienheizer zumindest bereichsweise in das Plattenbauteil eingebracht ist und eine wärmeleitende obere Deckplatte vorgesehen ist.

Dabei ist insbesondere von Vorteil, daß eine erhebliche Gewichtsreduzierung gegenüber den bisherigen Lösungen erreicht wird, was insbesondere für den Einsatz im Flugzeugbau ein wesentliches Erfordernis darstellt. Für die Beheizung von kalten Fußbodenbereichen in der Flugzeugpassagierkabine wird eine gleichmäßige Wärmeverteilung ohne störende Warmluftströme erreicht.

DE 199 18 736 A 1

Die Erfindung betrifft ein Plattenbauteil, insbesondere für eine Fußbodenplatte in einem Flugzeug, wobei das Bauteil im wesentlichen aus mehreren Schichten aufgebaut ist und zumindest einen Wabenkern und mindestens eine untere und mindestens eine obere Deckschicht aufweist, wobei die Deckschichten aus GFK und/oder CFK-Lagen bestehen.

Solche Plattenbauteile werden als Sandwichstrukturen in Honigwabenbauweise, auch als Honeycomb-Sandwich-Strukturen bezeichnet, und bestehen aus einem Wabenkern sowie wenigstens je einer unteren und einer oberen Deckschicht. Die Deckschichten sind üblicherweise kohlefaserverstärktes- und/oder glasfaserverstärktes Verbundmaterial (CFK, GFK), die in einem Autoklaven unter Zuführung von Wärme und Druck mit dem Wabenkern verbunden werden.

Entsprechend dem Einsatzzweck und der notwendigen Festigkeit sind die Abmessungen des Wabenkerns sowie der Deckschichten auszuwählen.

Zum Einsatz kommen solche Plattenbauteile insbesondere im Flugzeugbau, da hier das geringe Gewicht verbunden mit einer hohen Festigkeit von besonderer Bedeutung ist. So werden Fußbodenplatten im Flugzeug aus solchen Plattenbauteilen hergestellt. Zur Abdeckung der Fußbodenplatten in der Passagierkabine sind Kunststoffbodenbeläge "NTF" (Non Textile Floor) oder Textilteppiche vorgesehen. Es besteht innerhalb der Passagierkabine im Türbereich des Flugzeuges das Problem, daß im Fußbodenbereich eine Beheizung vorgesehen werden muß. Grund der Beheizung sind die relativ niedrigen Temperaturen (bis ca. -15°C) im Türbereich, die sich bei Flugzeugaußenhauttemperaturen bis -55°C in hohen Flughöhen nach ca. 5 h Flugdauer einstellen. Ein Isolierschutz durch die Fußbodenbeläge als passive Maßnahme ist nicht ausreichend und es muß Wärmeenergie zugeführt werden. Dafür sind einerseits Luftheizungssysteme bekannt, die in diesen Türbereich warme Luft zuführen. Nachteilig ist bei diesen Warmluftsystemen der Wirkungsgrad, d. h. eine höhere elektrische Anschlußleistung, wechselnder Luftstrom der Klimaanlage, höheres Gewicht, keine homogene Flächen temperatur der Platte sowie die Beeinträchtigung der Passagiere bzw. des Flugpersonals durch die Luftzirkulation. Die Verschmutzung der Luftauslässe und auch die Gefahr des Dichtstellens der Luftauslässe durch Gepäck sind weitere Nachteile. Als Alternativlösung wurden separat beheizbare Metallfußbodenplatten auf herkömmliche Fußbodenplatten aufgeschraubt. Auch eine solche Lösung ist mit einem hohen Gewicht sowie einem hohen Energieverbrauch verbunden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Plattenbauteil zu schaffen, das im Bereich von Flugzeugtüren innerhalb einer Passagierkabine oder anderen kalten Räumen im Fußbodenbereich eingesetzt werden kann, um homogene Fußbodenoberflächentemperaturen, vorzugsweise im Bereich von $+20^{\circ}\text{C}$ bis $+35^{\circ}\text{C}$, zu erreichen und insbesondere eine Gewichtsreduzierung zu den bisherigen Lösungen ermöglicht.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Plattenbauteil mit den im Patentanspruch 1 genannten Maßnahmen gelöst.

Dabei ist insbesondere von Vorteil, daß eine erhebliche Gewichtsreduzierung gegenüber den bisherigen Lösungen erreicht wird, was insbesondere für den Einsatz im Flugzeugbau ein wesentliches Erfordernis darstellt. Für die Beheizung von kalten Fußbodenbereichen in der Flugzeugpassagierkabine wird eine gleichmäßige Wärmeverteilung ohne störende Warmluftströme erreicht.

Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen 2 bis 10 angegeben.

Dabei ist mit der Maßnahme gemäß Anspruch 2 insbesondere erreicht, daß der Folienheizer mit einfachen Mitteln in den Plattenbauteilverbund eingebracht werden kann.

Die Ausbildung des Anspruchs 3 zeigt eine Deckplatte, die einerseits ein Schutz gegen Beschädigungen und mechanischen Beanspruchungen und andererseits eine homogene Wärmeverteilung an der Oberfläche des Plattenbauteils ermöglicht.

Die Maßnahmen gemäß Anspruch 4 und 5 gewährleisten eine Temperaturregelung des Plattenbauteils entsprechend des Wärmebedarfes, wobei im Störfall eine Hilfsregelung und als Sicherungsmaßnahme ein Schutz gegen Überhitzung vorgesehen ist.

Mit der Ausbildung gemäß des Anspruches 6 ist eine mögliche Integration der elektrischen Bauteile und/oder der Elektronikbauteile in das Plattenbauteil aufgezeigt.

Die Maßnahme gemäß Anspruch 7 zeigt eine Möglichkeit des Schutzes der Bauteilplatte gegen eindringende Feuchtigkeit.

Die Ausgestaltungen gemäß der Ansprüche 8 und 9 sehen vor, daß ein sicheres Abschalten der Stromzuführung erfolgt, wenn beispielsweise das Plattenbauteil beschädigt wird.

Mit der Ausbildung gemäß des Anspruches 10 können Wärmeverluste an der Fußbodenplatte reduziert werden, was den notwendigen Energiebedarf für die Beheizung vermindert.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, das nachstehend anhand der Fig. 1 bis 6 näher beschrieben wird. In den Figuren sind gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Es zeigt:

Fig. 1 den Aufbau eines Plattenbauteils,

Fig. 2 das erfindungsgemäße Plattenbauteil im Bereich eines elektrischen Anschlußelementes in der Draufsicht,

Fig. 3 das elektrische Anschlußelement gemäß Fig. 2 in einer Seitenansicht und

Fig. 4 bis 6 die Aussparungen im Plattenbauteil für Sensor- und Schaltelemente.

In Fig. 1 ist der Aufbau eines Plattenbauteils 1 ersichtlich. Ein solches Plattenbauteil 1, auch als Honeycomb-Sandwich-Struktur bezeichnet, besteht aus einem Wabenkern 2 und mehreren Deckschichten 3, 4, 5, 6 und 7. Die Deckschichten 3, 4, 5, 6 und 7 sind entsprechend dem Einsatzzweck und der notwendigen Festigkeit in Dicke und Ausführung auszuwählen. Für den Einsatz als Fußbodenplatte in einem Flugzeug sind die Deckschichten 3 und 4 als untere Deckschichten vorgesehen, wobei die dem Wabenkern 2 nächstliegende Lage 3 als eine kohlefaserverstärkte Prepreg-Materialschicht (carbon fiber prepreg) und die darunterliegende Lage 4 als eine glasfaserverstärkte Prepreg-Materialschicht (gfk-pf-prepreg) 4 ausgebildet ist. Oberhalb des Wabenkerns 2 ist als obere Deckschicht 5 eine kohlefaserverstärkte Prepreg-Materialschicht (CFK-Platte) sowie Deckschichten 6 und 7 aus Prepreglagen, wie Fiberglassepoxy-prepreg vorgesehen. Mit Prepreg wird mit aushärtbarem Kunstharz vorimprägniertes Fasermaterial bezeichnet. Ein solches Plattenbauteil 1 für den Einsatz als Fußbodenplatte hat aufgrund ihrer Leichtigkeit und ihrer Festigkeit einen wesentlichen Vorteil für den Einsatz in einem Flugzeug. In bestimmten Bereichen des Flugzeugfußbodens, insbesondere im Türbereich des Flugzeuges, ist es notwendig, Beheizungseinrichtungen vorzusehen, da es vor allem bei Langstreckenflügen in großen Höhen bei Flugzeugaußenhauttemperaturen bis zu -55°C im Fußbodenbereich zu Minusgraden bis -15°C kommen kann.

Dafür ist erfindungsgemäß zwischen den oberen Deckschichten 6 und 7, ein Folienheizer 8 eingebracht. Der Fo-

lienheizer **8** ist vorzugsweise aus Kapton/Cupron-Folien-Heizelementen gebildet. Kapton ist das Trägermaterial für solche Heizfolien, Cupron (Legierung) ist ein Heizmaterial. Als alternatives Heizmaterial kann Manganin verwendet werden. Die Heizelemente für den Folienheizer **8** weisen in einer bevorzugten Ausführung einen linearen Temperaturkoeffizienten auf und können zum Erreichen der notwendigen homogenen Temperaturverteilung lokal individuelle Leistungen aufbringen. Zwischen den Fiberglass epoxy-prepreg-Lagen **6** und **7** werden mittels Epoxidharzschichten (epoxy film adhesive) **9** und **10** die Folienheizelemente **8** angeordnet und verklebt.

Die Bauteilplatte **1** enthält als obere Abdeckung eine wärmeleitende Deckplatte **11** als Schutz gegenüber mechanischer Beanspruchung und zur Wärmeverteilung. Vorgesehen ist dafür eine relativ dünne, ca. 0,5 mm starke oberflächenvergütete Metallplatte, vorzugsweise aus dem Werkstoff Aluminium. Die Aluminiumplatte **11** ermöglicht einen schnellen Wärmetransport und eine homogene Wärmeverteilung. Die Metalldeckplatte **11** wird mit den anderen Schichten als Composite verklebt.

Zur Temperaturregelung an dem Plattenbauteil **1** ist eine elektronische Temperaturregeleinheit vorgesehen, die mittels eines PTC-Sensors **12A** die Temperaturverteilung im Plattenbauteil **1** ermittelt und die Wärmeleistung des Folienheizers **8** für eine homogene Temperaturverteilung regelt. Bei Ausfall dieser Regelung ist zur Verhinderung einer Überhitzung der Platte **1** ein Übertemperaturschalter **12B** mit zwei Abschaltstufen vorgesehen. Bei Erreichen der obersten Stufe, beispielsweise bei 80°C, wird die Plattenbeheizung solange abgeschaltet wie Spannung anliegt. Somit ist eine Überhitzung der Platte **1** ausgeschlossen und der entsprechende Folienheizer **8** ist ausgeschaltet. Die untere Stufe des Übertemperaturschalters regelt den Folienheizer **8** in einem bestimmten Temperaturniveau. Vorzugsweise kann ein Bimetall-Schalter verwendet werden, der z. B. in einem Temperaturbereich von 30°C bis 60°C (mit einer gewissen Toleranz von ca. +/- 5°C) den Heizkreis regelt. Die obere Stufe des Übertemperaturschalters **12B** ist somit als Sicherheitsabschaltung bei einer Überhitzung vorgesehen und kommt erst zum Einsatz, wenn auch die untere Stufe des Übertemperaturschalters **12B** ausgefallen ist.

Der PTC-Sensor **12A** sowie der Übertemperaturschalter **12B** sind ebenfalls in die Bauteilplatte **1** integriert. Vorzugsweise sind Folienelemente zu verwenden, die zwischen der Epoxidharzschicht (epoxy film adhesive) **10** und der Fiberglass epoxy-prepreg-Lage **6** eingebracht wurden.

Die CFK-Platten **3** und **5** und die Metalldeckplatte **11** werden elektrisch auf Massepotential gelegt, um ein sicheres Abschalten für den Kurzschlußfall, beispielsweise bei Beschädigung der Platte, zu gewährleisten. Zusätzlich sollte in der Temperaturregeleinheit eine elektronische Überwachung des Heizstromes vorgesehen sein, damit im Kurzschlußfall der Stromkreis unterbrochen wird.

Die Bauteilplatte **1** wird als Verbund der verschiedenen Lagen in einem Autoklaven bei entsprechender Temperatur und vorzugsweise unter Vakuum hergestellt. Mit der Herstellung unter Vakuum vermeidet man Lufteinschlüsse in der Bauteilplatte **1**, die nachteilig für die Anwendung derselben bei wechselnden Druckverhältnissen während des Einsatzes des Flugzeuges ist. Die Festigkeit der Bauteilplatte **1**, die für die Anwendung als Flugzeugfußbodenplatte notwendig ist, wird durch den Aufbau mit kohlefaserverstärkten und glasfaserverstärkten Decklagen **3**, **4**, **5**, **6** und **7**, dem Wabenkern **2** und der Deckplatte **11** gewährleistet. Eine solche Bauteilplatte **1** hat ungefähr eine Stärke von 9,5 mm. Unterhalb dieses Verbundes kann zur Reduzierung von Wärmeverlusten eine ca. 10 mm starke Isolierschicht **21**,

beispielsweise aus Kunststoffschäum, angeordnet sein.

Für andere Einsatzzwecke mit anderen Festigkeitsanforderungen kann die Verbundbauplatte **1** im Aufbau und den Schichtdicken variiert werden.

In **Fig. 2** ist eine Draufsicht auf einen Ausschnitt eines erfindungsgemäßen Plattenbauteils **1** im Bereich eines Kabelanschlusses gezeigt. Ein Kabelbündel **13** ist über Einzelleitungen (beispielsweise **14**) mit der Heizerfolie **8** verbunden. Eine Verbindung zu den Meß- und Schalterelementen ist ebenfalls vorgesehen. Es kann auch eine gedruckte Schaltung verwendet werden, die an Leitungen des Kabelbündels **13** angeschlossen wird. Notwendig ist auch eine Verbindung zur Gehäusemasse (CASE GND) **14A**, d. h. eine Verbindung zur Aluplatte **11**. Das Kabelbündel **13** ist mittels eines Kabelbinders **13A** am Halter **13B** der Bauteilplatte **1** befestigt.

In **Fig. 3** ist die Seitenansicht auf den Bereich des Plattenbauteils **1** mit dem Kabelbündel **13** ersichtlich. Für den Kabelanschluß ist in der Platte **1** ein entsprechender Freiraum **15** vorgesehen, um das Herstellen der elektrischen Verbindungen zu ermöglichen. Ein Schrumpfschlauch **16** wird als Schutzmaßnahme über das Kabelbündel **13** gezogen. Nach Fertigstellung der Verbindungen wird der Freiraum **15** sowie ein Übergangsbereich **17** zwischen Außenfläche der Platte **1** und Kabelbündel **13** mit einem wasserdichten Verguß versehen. Vorteilhaft ist hier die Anwendung von Epoxidharz.

Damit ist eine ausreichende Feuchtigkeitsdichtigkeit und Skydrolfestigkeit erreicht.

In den **Fig. 4** bis **6** ist die Integration des PTC-Sensors **12A** sowie der Übertemperaturschalter **12B** in die Bauteilplatte **1** ersichtlich. In der Bauteilplatte **1** sind entsprechende Aussparungen **18** und **19** vorgesehen, da diese Elektronikbauteile noch nicht bei der Plattenherstellung in Verbundbauweise unter Wärme und Druck eingebracht werden können. **Fig. 4** zeigt die Fußbodenaussparung **18** für die erste Stufe des Übertemperaturschalters **12B** und **Fig. 5** die Aussparung **19** für die zweite Stufe des Übertemperaturschalters **12B**. In beiden Fällen werden die Aussparungen **18** bzw. **19** von der Deckplatte **11** überdeckt. In **Fig. 6** ist eine Aussparung **20** in der Platte **1** gezeigt. Diese Aussparung **20** ist für den PTC-Sensor **12A** vorgesehen. Als obere Abdeckung ist die Deckplatte **11** angeordnet. Die Elektronikbauteile **12A** und **12B** sind vorzugsweise jeweils an der Deckplatte **11** verklebt und mit der Heizfolie **8** verbunden. In allen Fällen können nach Herstellung einer funktionsfähigen Verbindung der elektrischen Bauteile die Aussparungen mit vorzugsweise Epoxidharz vergossen werden.

Patentansprüche

1. Plattenbauteil, insbesondere für eine Fußbodenplatte in einem Flugzeug, wobei das Bauteil im wesentlichen aus mehreren Schichten aufgebaut ist und zumindest einen Wabenkern und mindestens eine untere und mindestens eine obere Deckschicht aufweist, wobei die Deckschichten aus GFK und/oder CFK-Lagen bestehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Folienheizer (**8**) zumindest bereichsweise in das Plattenbauteil (**1**) eingebracht ist und eine wärmeleitende obere Deckplatte (**11**) vorgesehen ist.
2. Plattenbauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Folienheizer (**8**) zwischen zwei oberen Deckschichten (**6**, **7**) aus GFK-Lagen angeordnet ist und eine weitere obere Deckschicht (**5**) zwischen Wabenkern (**6**) und GFK-Lagen (**6**, **7**) eine CFK-Lage bildet.
3. Plattenbauteil nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß als wärmeleitende obere Deckplatte (**11**) eine Aluminiumplatte, die als Deckschicht mit den anderen Schichten verklebt wird, vorgesehen ist.

4. Plattenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Temperaturregeleinheit zur Regelung des Folienheizers (**8**) vorgesehen ist, wobei ein PTC-Sensor (**12A**) sowie mindestens ein Übertemperaturschalter (**12B**) in das Plattenbauteil (**1**) integriert ist.

5. Plattenbauteil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Übertemperaturschalter (**12B**) zweistufig ausgebildet ist, wobei eine erste Abschaltstufe innerhalb eines vorbestimmten Temperaturbereiches Mittel zum Regeln aufweist und eine zweite Abschaltstufe bei Erreichen einer Überhitzungstemperatur abschaltet.

6. Plattenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Aussparungen (**15**, **18**, **19**, **20**) im Plattenbauteil (**1**) zur Aufnahme zumindest der Anschlußleitungen (**14**) des Kabelbündels (**13**), des PTC-Sensors (**12A**) sowie des Übertemperaturschalters (**12B**) vorgesehen sind.

7. Plattenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die vorhandenen Aussparungen (**15**, **18**, **19**, **20**) am Plattenbauteil (**1**) und/oder Kabelanschlußstellen (**17**) mit einem wasserdichten Verguß, vorzugsweise Epoxidharz, versehen sind.

8. Plattenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die CFK-Lagen (**3**, **5**) und/oder die Metaldeckplatte (**11**) elektrisch auf Massepotential gelegt werden.

9. Plattenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturregeleinheit weiterhin ein Mittel zur Überwachung des Heizstromes, die im Kurzschlußfall abschalten, aufweist.

10. Plattenbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Isolierschicht (**21**) als weitere Lage im Plattenbauteilverbund, vorzugsweise unterhalb der Sandwichstruktur vorgesehen ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

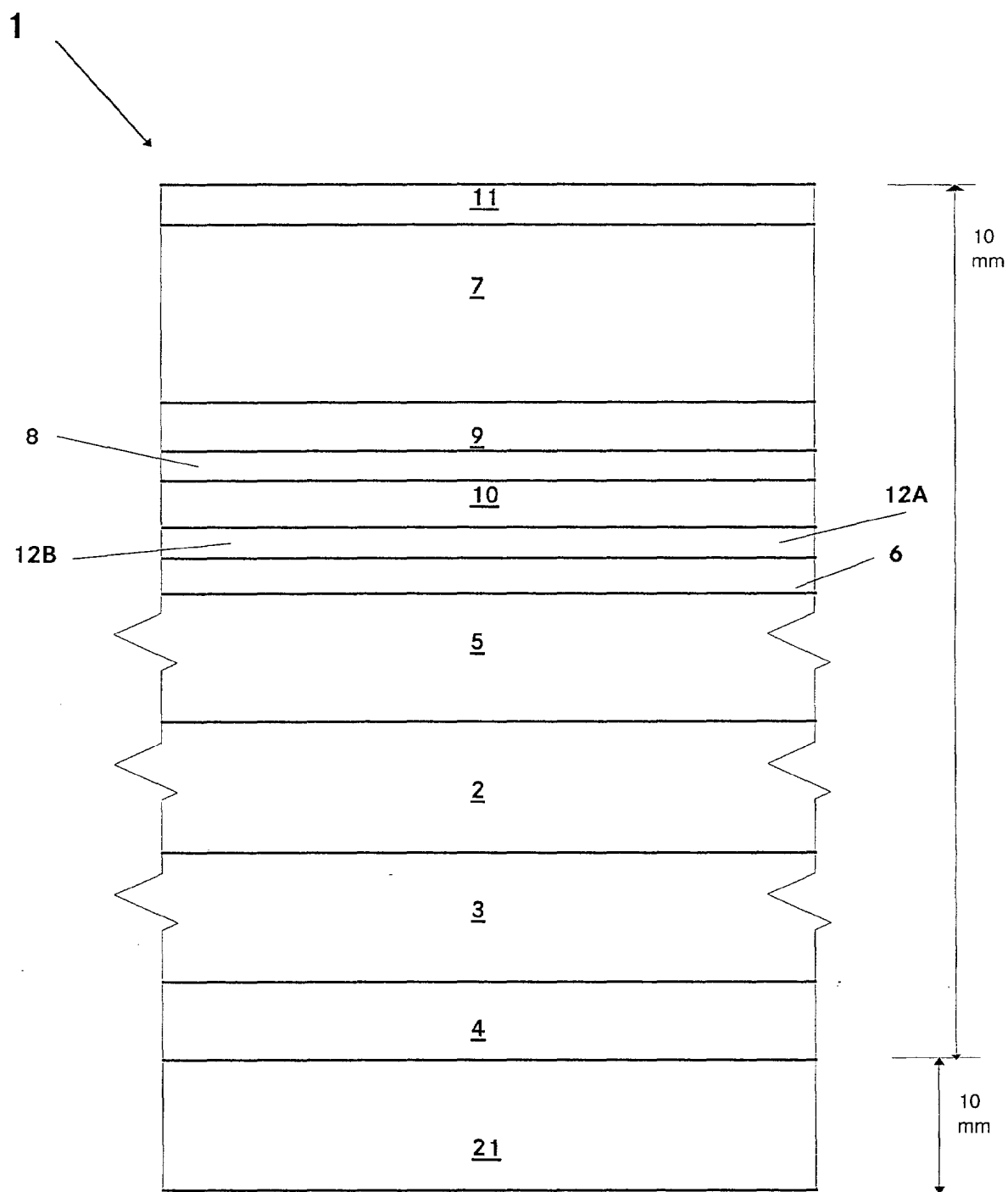


Fig. 1

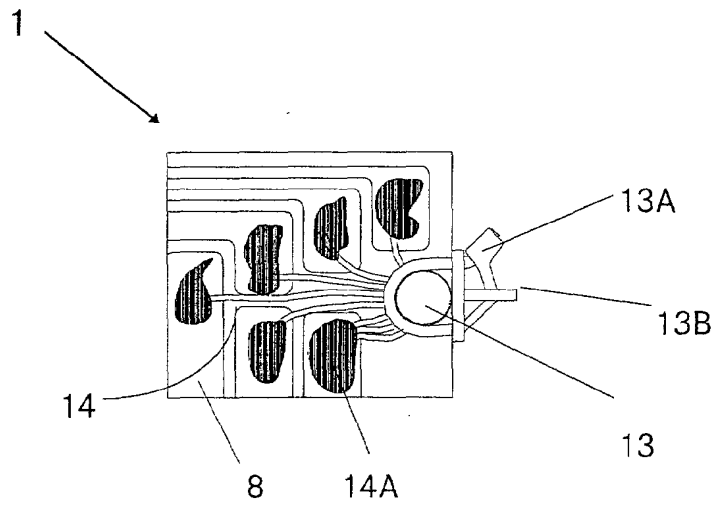


Fig. 2

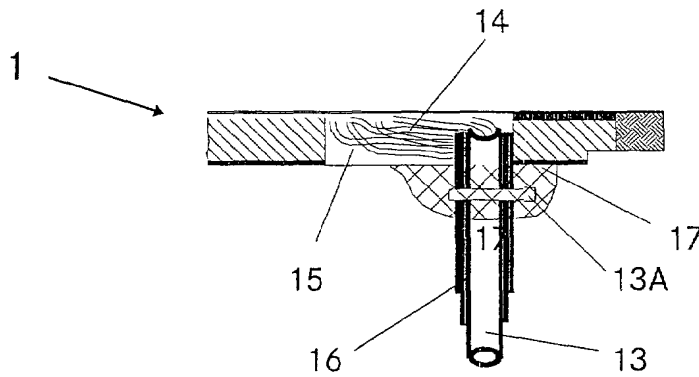


Fig. 3

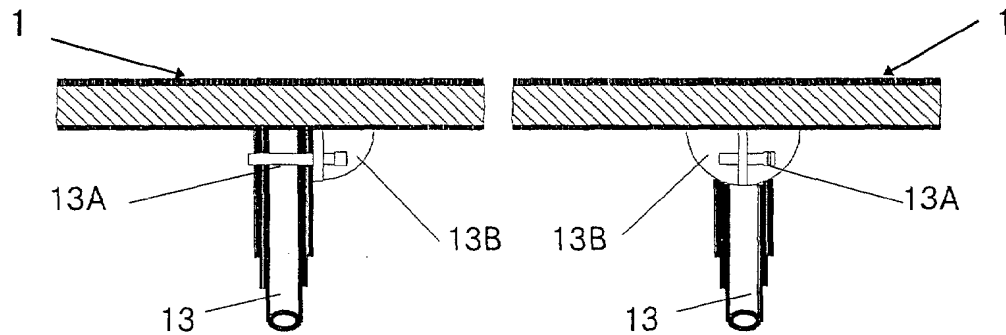


Fig. 4

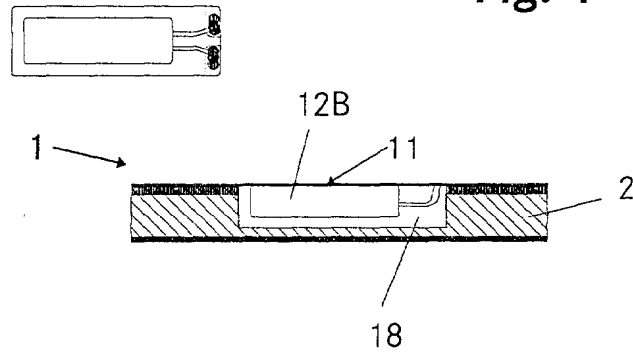


Fig. 5

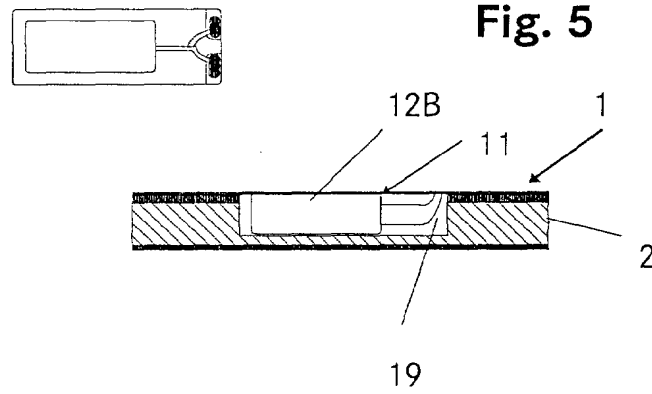


Fig. 6

